

Le coloriage virtuel multiple et ses applications

Introduction

Le coloriage virtuel suffit pour résoudre les grilles de sudoku jusqu'à des niveaux élevés ; autour de 15-16, parfois au-delà ; cela dépend des concepteurs de grilles. Ces chiffres doivent être pris pour un ordre de grandeur. Il convient cependant d'admettre qu'au-delà des niveaux 12/15 il faut faire appel à toutes les subtilités du coloriage virtuel classique pour parvenir à ses fins. Ceci exige une parfaite maîtrise de la méthode, mais une fois cette dernière bien acquise, la résolution de ces grilles offre des heures de plaisir.

Le coloriage virtuel peut devenir un outil plus performant et plus puissant en le dotant de deux volets complémentaires conçus exclusivement dans l'esprit virtuel. Ainsi renforcé, le coloriage virtuel classique prend le nom de coloriage virtuel généralisé. Le premier volet est constitué du coloriage multiple intégré dans le coloriage virtuel classique. Le second volet, qui n'est pas développé dans ces pages, traite des circuits de déblocage. Ce dernier fera ultérieurement l'objet d'un autre document.

Le coloriage multiple, comme le coloriage simple et d'autres encore, existait bien avant le coloriage virtuel. L'intérêt, ici, réside dans la puissance que la dimension virtuelle lui confère. Ce document se propose donc d'explicitier l'apport à la méthode du coloriage multiple à travers trois facettes : la capacité de l'outil à éliminer les candidats, les possibilités d'extension des réseaux et de détermination des bonnes couleurs, et l'aide au placement de candidats virtuels.

I Rappels illustrés sur le coloriage multiple

Nous nous placerons en coloriage simple tout au long de ces rappels pour faciliter la compréhension du coloriage virtuel multiple et des nombreuses occasions d'éliminations et de placements de candidats ou d'extensions qui peuvent en découler. Il s'agit en premier lieu de mettre en lumière ce qu'est le coloriage multiple avant d'aborder les différentes manières de l'intégrer dans le coloriage virtuel classique.

Dans tous les exemples, les candidats violets encadrés de rouge représentent les candidats éliminés.

Exemple 1

| | | | | | | | | |
|-------------|-------------|--------|------------------|-----------------------|------------------|-----------------------|-------------|--------|
| 6 8 | 3 | 9 | 2 | 5 | 1 4 6 | 7 | 4 6 | 1 2 |
| 1 | 2 | 5 | 7 | 2 4 6 8 9 | 4 6 9 | 3 | 4 6 9 | 2 3 |
| 6 8 | 7 | 2 | 3 | 2 4 1 6 9 | 2 5 6 9 | 5 | 5 6 9 | 1 2 |
| 4 | 8 9 | 3 | 8 9 | 1 | 5 | 6 | 2 | 7 |
| 7 | 5 | 1 8 | 6 | 8 9 | 2 | 3 1 3 8 9 | 9 | 4 |
| 2 | 1 8 9 | 6 | 4 | 3 | 7 | 8 9 | 1 9 | 5 |
| 5 9 | 1 8 | 4 | 1 5 4 9 | 2 9 | 3 | 2 5 | 7 | 6 |
| 3 5 | 6 | 1 2 | 1 2 | 7 | 8 | 4 | 5 3 | 9 |
| 3 5 9 | 2 | 7 | 2 5 | 6 | 4 9 | 1 | 8 | 2 3 |

Le couple de couleurs rouge/bleu représente le premier réseau de coloriage simple, c'est-à-dire le réseau qui relie alternativement de rouge et de bleu les candidats de même valeur ayant entre eux un lien fort. Ici, les 2 ont été choisis. Un second couple de couleurs vert/marron compose un autre réseau de coloriage simple avec des 2 également unis par un lien fort, mais avec ceci de particulier qu'une des couleurs de ce second réseau s'oppose à une des couleurs du premier. On dira que nous avons affaire à une configuration multiple simple (coloriage multiple), que nous abrègerons en CMS. Pour la configuration multiple double (CMD), voir plus loin. Dans le cas présent, le vert du 2 de L1C4 s'oppose au rouge du 2 de L8C4, peu importe qu'un lien faible les sépare. Ce qui compte, c'est l'opposition de couleurs. Ceci se traduit par le fait que si le vert est bon, alors le bleu l'est aussi. Il est possible de traiter la question à l'envers en annonçant que si le rouge est la bonne couleur, le marron doit l'être également. On nommera le couple de candidats porteurs des couleurs qui s'opposent couple générateur, symbolisé par les lettres CG, et les couleurs de ce couple seront désignées par exemple par BM pour signifier que le bleu est opposé au marron (ou le contraire, au choix), ou RV pour le rouge et le vert. Ainsi, une CMS de type RV se traduit par "une configuration multiple simple de type rouge/vert, donc d'une configuration multiple simple dont le couple générateur (CG) est constitué des couleurs rouge et vert qui s'opposent".

Sur la figure, le 2 de L2C9 est éliminé parce qu'il est placé entre un 2 bleu et un 2 marron. En effet, si le bleu est la bonne couleur ce 2 ne peut exister. Si le bleu n'est pas bon, alors le rouge l'est. Nous avons vu plus haut que si le rouge est bon, le vert ne l'est pas, et que, donc, le marron le devient. Dans ces conditions, le 2 de L2C9 n'existe pas non plus, d'où sa suppression. En conclusion, si le vert s'oppose au rouge, les candidats placés entre bleu et marron sont éliminés, mais également ceux logés entre rouge et bleu et entre vert et marron. C'est un des intérêts de la CMS que d'augmenter la capacité de suppression des candidats. Par contre, les candidats placés entre le vert et le rouge ne seront pas éliminés.

Dans une case, les candidats ne sont pas de même valeur, mais si l'un d'entre eux voit dans sa propre case deux autres candidats porteurs des couleurs critiques évoquées ci-dessus (bleu et marron, bleu et rouge ou vert et marron), il est également éliminé.

On en déduit, selon le principe qui vient d'être évoqué, que :

- si le **bleu s'oppose au marron** on supprimera les candidats entre rouge et vert, entre vert et marron et entre bleu et rouge, mais pas entre bleu et marron,
- si le **marron s'oppose au rouge** on supprimera les candidats entre vert et bleu, entre vert et marron et entre bleu et rouge, mais pas entre marron et rouge,
- si le **vert s'oppose au bleu** on supprimera les candidats entre marron et rouge, entre vert et marron et entre bleu et rouge, mais pas entre vert et bleu,
- si le **vert s'oppose au rouge**, on l'a vu plus haut, on supprimera les candidats entre marron et bleu, entre vert et marron et entre bleu et rouge, mais pas entre vert et rouge.

Il est facile de mémoriser les croisements de couleurs qui participent aux éliminations de candidats en coloriage multiple. Il y a d'office les deux couples de couleurs utilisées pour les deux réseaux génériques, en l'occurrence bleu/rouge et vert/marron, auxquels s'ajoute un troisième constitué de couleurs contraires à celle du CG (couple générateur) à l'origine de la CMS. Par exemple, si le CG de la CMS est rouge/vert, le couple utilisé en plus des deux d'office sera le couple bleu (car contraire au rouge), et marron (car contraire au vert).

Il peut y avoir quatre cas de CMS : marron/bleu, rouge/marron, bleu/vert, et rouge/vert. Le sens de la configuration (marron/bleu ou bleu/marron ne change rien aux principes énoncés ci-dessus). Dans la pratique, il est préférable d'utiliser toujours les mêmes configurations, bleu/marron ou rouge/vert. Il peut arriver cependant en coloriage virtuel que, si l'on part d'un second réseau indépendant marron/vert, il se crée une CMS en développant les réseaux et que nous soyons confrontés à une des quatre configurations.

Enfin, il n'existe que deux cas de CMD (configuration multiple double) ; voir l'exemple qui suit. Il s'agit des configurations bleu/marron ; rouge/vert, et bleu/vert ; rouge/marron. Les autres combinaisons possibles ne sont pas des CMD. Elles sont étudiées plus loin.

Exemple 2

| | | | | | | | | |
|------------|----------|----------|--------|------------|----------|----------|----------|------------|
| 3 | 8 | 4 7 | 6 | 5 | 1 9 | 1 9 | 2 | 4 7 |
| 2 4 | 2 9 | 6 | 7 | 3 | 1 8 | 1 8 | 5 | 1 4 |
| 7 | 5 | 1 | 8 9 | 4 | 2 | 3 | 6 | 6 7 8 9 |
| 6 | 2 7 9 | 2 8 9 | 3 | 1 9 7 8 | 5 | 4 | 1 2 8 | |
| 1 8 | 4 | 3 | 5 8 | 2 | 5 6 8 | 7 | 9 | 1 6 |
| 1 2 8 9 | 2 7 9 | 5 | 4 | 1 9 7 8 | 6 | 1 2 8 | 1 6 | 3 |
| 5 8 9 | 3 | 8 9 | 2 | 6 | 5 9 | 4 | 1 7 | 1 7 |
| 4 5 | 1 | 4 2 | 5 9 | 7 | 3 | 2 6 | 6 | 2 6 |
| 2 7 9 | 6 | 2 7 9 | 1 | 8 | 4 | 2 9 | 3 | 5 |

Il peut arriver, après avoir choisi une CMS, que se crée une autre CMS en cours d'exploitation des réseaux. Par exemple, voir figure ci-dessus, le choix de la CMS porte sur l'opposition entre marron et bleu avec le CG constitué du 9 marron du bloc 2 qui voit le 9 bleu de L3C4 (et celui de L7C6). Il peut donc y avoir plusieurs CG pour une même CMS. Mais le lien fort entre le 9 de L1C6 et celui de L1C7 permet d'affecter la couleur vert à ce dernier qui, ainsi, se trouve en opposition avec le 9 rouge du bloc 9. Deux cas de CMS sont réunis avec le même second réseau générique (ou avec le même premier réseau générique, comme on voudra) ; on parle de configuration multiple double (CMD).

En CMD, il existe quatre possibilités de suppression au lieu de trois :

En effet, une CMD n'est pas autre chose qu'une CMS qui se *double* d'une autre CMS avec des couleurs opposées deux à deux (voir page précédente sur les deux cas possibles de CMD). La première configuration simple donne trois possibilités de suppression qui se composent obligatoirement des deux suppressions liées aux deux réseaux utilisés (bleu/rouge et marron/vert), et d'une troisième, due à l'opposition qui donne naissance à la CMS. Si on crée une seconde CMS, cela ajoute une quatrième possibilité d'élimination. Par exemple, pour une CMD bleu/marron ; rouge/vert, nous avons les deux possibilités de suppressions liées aux deux réseaux génériques, donc celles des candidats placés entre bleu et rouge et marron et vert, mais aussi les deux possibilités induites par les oppositions de couleurs, soient respectivement celles des candidats placés entre rouge et vert pour la première CMS, et celles des candidats placés entre bleu et marron pour la seconde CMS. Les deux CG permettent d'identifier aisément les couples de couleurs à utiliser pour éliminer les candidats, soit les couleurs contraires (voir plus haut).

II CMS et CMD appliquées au coloriage virtuel

Le second réseau générique utilisé pour créer une CMS (ou CMD) s'intègre naturellement dans l'environnement du coloriage virtuel et ne nécessite aucune règle particulière et aucun effort de compréhension ou d'adaptation. Nous disposons d'un premier réseau générique avec, ou non, ses réseaux virtuels. Le second réseau générique peut démarrer en opposant une de ses deux couleurs à une des deux couleurs du premier réseau générique ou d'un de ses deux réseaux virtuels. Ensuite, on l'exploite selon les principes évoqués plus haut en ayant la possibilité d'installer ses réseaux virtuels comme s'il s'agissait d'un second réseau générique (qu'il est réellement). Les réseaux virtuels augmentent considérablement la puissance des configurations multiples.

Exemple 1

| | | | | | | | | |
|----------|-----------------|-------------|-------------|-------------|------------|----------------|------------|----------|
| 5 7 8 | 7 8 1 4 7 | 2 1 4 | 3 2 9 | 4 1 6 | 1 6 | 1 5 6 7 9 7 | 6 7 | 1 9 |
| 6 4 7 | 3 4 5 | 9 7 | 7 6 | 8 6 | 1 4 5 6 | 2 4 6 | 1 2 6 4 | |
| 3 4 7 | 2 7 8 | 6 6 | 1 9 | 6 7 8 | 4 7 8 | 5 7 | 9 9 | |
| 1 4 7 | 9 4 7 | 5 4 | 2 7 8 | 3 7 8 | 4 7 8 | 1 7 8 | 6 9 | |
| 4 7 | 5 4 7 | 6 4 | 8 7 | 1 6 | 2 7 9 | 9 4 6 | 3 7 6 | 1 4 7 |
| 2 4 7 | 1 4 6 | 8 7 9 | 3 6 | 1 7 | 1 4 6 | 4 7 | 6 4 6 | 5 7 6 |
| 9 4 7 | 1 4 6 | 3 4 6 | 5 4 6 | 1 7 | 1 6 4 | 2 7 8 | 1 2 6 4 | |

Nous retrouvons le réseau générique classique bleu/rouge et un réseau virtuel rouge. Lui est opposé un second réseau générique vert/marron, réseau placé en CMS par opposition entre marron et bleu (CG constitué du 6 marron générique de L3C5 et du 6 bleu générique de L7C5). Il s'agit donc d'une CMS de type BM (ou MB, comme on voudra), et les candidats placés entre rouge et vert seront éliminés (couleurs contraires à celles du CG).

Le 6 de L5C6 voit le 6 vert générique de L1C6 et le 6 rouge générique de L5C2, d'où sa suppression. De plus, le 1 vert générique de L3C5 donne le 1 vert virtuel de L4C4. Le 9 de cette case est situé entre un candidat vert, le 1 de sa propre case, et le 9 rouge virtuel de L4C9. On doit le supprimer. Cet exemple montre que le coloriage multiple s'intègre parfaitement dans l'environnement du coloriage virtuel classique et que les mêmes règles s'appliquent. Il devient ainsi une des composantes du coloriage virtuel généralisé.

Pour cette grille, comme pour beaucoup d'autres dans ce document, le coloriage virtuel classique permet de résoudre directement les problèmes proposés. Il s'agit ici d'expliquer les mécanismes régissant le coloriage multiple virtuel. Il est conseillé, avant de faire appel aux configurations multiples, d'exploiter au mieux les réseaux existants. Il n'est pas interdit cependant, une fois les configurations multiples maîtrisées, de s'en servir ponctuellement pour débloquer une situation ou pour gagner du temps.

Astuce qui mérite d'être mentionnée

Face à un réseau générique bien développé, il peut être profitable de ne pas installer les réseaux virtuels au bénéfice d'une CMS. Cette dernière débouche souvent sur une extension du réseau générique, éventuellement en passant par quelques éliminations, ou par d'autres avantages qui varient selon le contexte rencontré comme, par exemple, la détermination de la bonne couleur (ou des bonnes couleurs, voir plus loin).

Autre astuce

Jouer sur les couleurs dans les deux sens permet de meilleurs placements de candidats virtuels et des éliminations supplémentaires, voire des extensions de réseaux génériques. C'est illustré dans un des exemples qui suivent.

Exemple 2

| | | | | | | | | |
|-----|-------|-----|-----|-----|-----|---|-----|-----|
| 3 | | 1 2 | 4 | 1 | 1 2 | 9 | 6 | 5 |
| 1 2 | 7 8 | 7 | 1 2 | 1 | 8 | 5 | 7 | 3 |
| 6 4 | 6 4 | 1 2 | 9 | 8 9 | | | | 1 2 |
| 8 | 8 | | | | | | | |
| 1 2 | | 1 2 | 3 | 6 | 7 | 4 | 1 2 | 8 |
| | 5 | | | | | | | |
| | | 9 | | | | | | |
| 1 | 6 | 6 | 3 | 1 | 6 | 5 | 1 | 2 |
| 8 9 | 8 9 | | | 8 9 | 4 | | 9 | |
| | | | | | | | | |
| 4 | | 1 | 1 | 2 | 1 | 3 | 2 | 7 |
| | 7 8 9 | 7 9 | 8 9 | | 9 | 3 | 5 | 6 |
| | | | | | | | | |
| 2 | 2 | | 5 | 6 | 7 | 4 | 1 | 4 |
| 6 | 6 | | 8 9 | 8 9 | 9 | | 8 9 | 9 |
| 8 9 | 8 9 | | | | | | | 9 |
| | | | | | | | | |
| 5 | 4 | 4 | 7 | 3 | 1 2 | 6 | 1 2 | 1 2 |
| | | | | | | | 8 9 | 9 |
| | | | | | | | | |
| 7 | 1 | 8 | 5 | 4 | 2 | 3 | 2 | 2 3 |
| | | | | 9 | 9 | | 6 4 | 4 |
| 2 | | | 1 | 4 | | | 1 | 9 |
| | 3 | 6 | 2 | 8 | 5 | 1 | 4 | 7 |
| | | | 9 | | | | | |

Démarrer un second réseau générique totalement indépendant du premier (bleu/rouge), donc hors configuration multiple, permet parfois de découvrir des circuits plus intéressants que les premiers (par exemple un réseau générique plus pertinent) et d'éliminer quelques candidats, voire de déterminer une bonne couleur. Enfin, il peut rendre possible une extension du premier réseau générique et de ses réseaux virtuels, de même qu'il se place quelques fois en CMS, voire en CMD. Ici, le choix s'est porté sur le couple 3-8 de L5C7 pour installer un réseau générique vert/marron indépendant. Il s'avère que le 8 vert générique de L7C8 s'oppose au 1 rouge virtuel de sa propre case, créant ainsi une CMS de type RV ou VR, d'où l'élimination du 2 de L7C6 et du 9 de L4C1, placés entre bleu et marron, du 9 de L6C9, placé entre vert et marron, et du 9 de L5C3, situé entre rouge et bleu. La suppression du 2 entraîne une extension du réseau générique bleu/rouge.

Remarque importante

Le coloriage multiple virtuel, ici par le biais d'une CMS, a donc débouché sur l'élimination de candidats que nous n'aurions pas supprimés sans cela. Mais il offre un autre avantage ; une couleur d'un couple d'un des deux réseaux peut servir, et c'est souvent utile, à placer des candidats virtuels d'une couleur du couple de l'autre réseau. La figure ci-dessus en donne un exemple intéressant. Il est possible de développer le réseau virtuel rouge à l'aide de la couleur marron grâce à la configuration rouge/vert. Si le rouge est la bonne couleur, alors le marron l'est nécessairement, puisque le vert est invalidé. Il suffit de considérer les marron comme des rouges et de placer en conséquence les candidats virtuels rouges à l'aide des deux couleurs. Par exemple, le 9 de L5C6 est rouge virtuel, car si le rouge est bon, le 1 et le 3 de cette case n'existent pas. Le 9 de L6C1, ou celui de L6C2, est également rouge virtuel, puisque les 9 des deux premières lignes du bloc 4 voient soit un 9 marron (donc rouge), soit directement un 9 rouge (ou c'est la seule possibilité sur cette ligne). Ces 9 rouges confirment l'élimination du 9 de L4C1.

Si cela ne nous arrange pas de placer les candidats virtuels rouges, on peut tout aussi bien raisonner à l'envers en affirmant que si le vert est bon, le bleu l'est aussi et que ce dernier peut être considéré comme un vert pour placer quelques candidats verts virtuels. En jouant sur les deux sens, on se livre souvent à des éliminations intéressantes de candidats.

Il existe un moyen simple de retenir la bonne couleur à placer par ce mécanisme. Il suffit de partir de la couleur qui lance l'opération. Par exemple, si nous sommes en configuration rouge/vert et que nous

partons du rouge pour nous faire aider du marron (car le rouge opposé au vert valide le marron), les placements virtuels seront nécessairement rouges, et les candidats marron seront vus comme des rouges.

Enfin, il est à noter que les CMS n'interdisent nullement de placer les candidats virtuels bleus avec les bleus, marrons avec les marrons... si cela nous convient. Toutes ces possibilités conduisent fréquemment à superposer deux couleurs sur un même candidat. Ces cas sont traités dans le paragraphe VI page 22.

Exemple 3

| | | | | | | |
|-----|---|-----|---|---|---|-----|
| 1 2 | 1 | 1 | 3 | 9 | 2 | 5 |
| | 4 | 6 4 | | | 8 | 7 8 |
| 5 | 8 | 9 | 4 | 2 | 3 | 1 |
| 6 | 3 | 7 | 5 | 8 | 1 | 4 |
| 3 | 1 | 2 | 8 | 9 | 5 | 6 |
| 4 | 4 | 6 | 7 | 5 | 3 | 7 |
| 7 | 5 | 6 | 2 | 1 | 4 | 9 |
| | 8 | | 6 | 4 | 9 | 3 |
| 3 | 1 | 1 | 6 | 4 | 2 | |
| 9 | 9 | 8 | 7 | 5 | 3 | 1 |
| 4 | 4 | 4 | 7 | 2 | 8 | 5 |
| 9 | 9 | 5 | 1 | 6 | 4 | 1 |
| 1 | 6 | 7 | 9 | 3 | 2 | 8 |
| | 4 | 5 | 6 | 5 | 6 | |
| 8 | 2 | 4 | 1 | 3 | 3 | 4 |
| | 4 | 5 | 6 | 6 | 7 | 9 |

La CMS de départ porte sur l'opposition marron/bleu dans le bloc 1 (CG en L1C2). Le développement du réseau virtuel vert nous conduit à supprimer le 9 de L3C7 et donc à valider le 9 de L3C9 et celui de L9C7. L'opposition du 7 vert virtuel au 7 rouge générique en colonne 8 nous mène à une CMD. Nous avons affaire à un cas de fusion totale, ainsi que nous le verrons plus loin, autrement dit une extension des réseaux rouges/verts s'ensuivra.

Exemple 4

| | | | | | | | | |
|---------------|-------------------|---------------|-----------------|---------------|-------------|-------------|--------|------------|
| 3 9 7 | 2 3 9 6 | 2 3 5 | 1 5 6 9 | 1 5 6 9 | 1 4 5 | 2 3 4 7 | 3 6 | 8 |
| 3 5 6 9 | 3 6 5 9 8 9 | 3 5 6 9 | 2 4 5 | 1 7 | 3 6 4 | 3 6 | | |
| 4 | 2 6 | 1 | 3 | 7 | 8 | 2 6 | 5 | 9 |
| 2 3 9 | 5 | 6 | 1 2 9 | 1 9 | 7 | 8 | 4 | 1 3 3 |
| 8 | 1 | 3 9 | 5 6 9 | 4 | 5 9 | 3 6 | 2 | 7 |
| 2 3 | 4 | 7 | 8 | 1 6 | 1 2 3 | 5 | 9 | 1 3 6 |
| 7 | 2 8 | 2 8 | 4 | 3 | 6 | 9 | 1 | 5 |
| 3 5 6 9 | 3 6 9 | 4 | 1 2 5 7 9 | 8 | 1 2 5 | 3 7 | 3 6 | 2 3 6 |
| 1 | 3 6 9 | 5 | 2 7 9 | 5 | 2 5 9 | 3 4 6 | 8 | 2 3 4 6 |

Une CMD apparaît en cours d'exploitation des réseaux en ligne 4 (opposition bleu/marron). La première CMS se situe en colonne 7 avec le CG 6 vert générique/6 rouge générique. Il s'agit encore d'un cas de fusion totale des réseaux verts/marron en bleus/rouges, voir les règles décrites plus loin, fusion qui débouche sur une large extension du réseau générique bleu/rouge.

Ces exemples montrent que les configurations multiples peuvent évoluer d'une façon ou d'une autre, par fusion, et donc par extension des réseaux. Prenons un dernier exemple :

Exemple 5

| | | | | | | | | |
|----------|--------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|-----|
| 4 5 7 | 4 | 3 8 | 1 2 3 | 7 | 1 2 | 1 5 | 9 | 6 |
| 3 9 | 1 6 | 5 | 3 6 | 8 | 1 7 | 4 | 2 | |
| 2 | 1 7 | 5 6 | 9 | 4 6 4 | 1 7 | 5 | 8 | 3 |
| 6 | 4 | 3 7 | 2 4 8 | 4 5 8 | 2 4 5 | 2 3 | 1 | 9 |
| 4 5 | 2 | 9 | 7 | 1 | 3 | 8 | 6 | 4 5 |
| 1 | 8 | 5 | 3 4 | 9 | 6 | 2 3 4 | 2 3 5 | 7 |
| 9 | 5 | 4 | 2 3 | 4 8 | 3 4 8 | 7 | 2 3 6 | 1 |
| 3 7 | 1 7 | 1 2 4 | 3 6 | 4 5 9 | 3 4 | 2 3 4 | 2 3 5 | 8 |
| 8 | 6 | 4 | 3 1 | 2 | 1 4 5 | 9 | 7 | 4 5 |

Sur la figure ci-dessus, qui n'est pas exploitée avec le coloriage virtuel, mais le principe qui en ressort s'applique à cette méthode, les 3 de la ligne 9 nous placent directement en CMD, d'où la suppression des trois 3. De ce fait, le 3 marron de L9C3 est lié fortement au 3 bleu générique du premier réseau (L6C3), de même le 3 vert de L9C4 est lié fortement au 3 rouge générique de L1C4. Le 3 marron devient rouge générique, et le 3 vert, bleu générique. Comme ces 3 sont génériques, tous les candidats virtuels (non

représentés sur cette grille) qui en découlent prennent à leur tour la nouvelle couleur. Tous les réseaux fusionnent ; on parle de **fusion totale**. Il convient de s'interroger sur l'opportunité d'une telle opération. Les fusions de réseaux ne doivent pas être une fin en soi, mais dépendre d'une stratégie et tenir compte du contexte.

Remarque

La fusion ci-dessus aurait pu intervenir dans l'autre sens. Dans les deux cas de figure, les mêmes candidats se verront affectés de couleurs génériques ou virtuelles, sauf que les couleurs seront différentes. Le choix effectué ne change donc rien au résultat. Il se justifie par le nombre de candidats impactés par un couple de couleurs, autrement dit il adoptera les couleurs les plus présentes. Ce n'est pas nécessairement la même chose pour les fusions partielles, voir plus loin.

Deux règles simples encadrent tous les cas de fusion et permettent de s'y retrouver aisément. Il importe de conserver à l'esprit qu'une première CMS est toujours créée par un couple de candidats (CG) appartenant à deux réseaux différents, dont l'un est obligatoirement générique et l'autre générique ou virtuel. Ce point est important pour les CMD, ainsi que nous le verrons plus loin, puisqu'une CMD est avant tout constituée de deux CMS. La réciproque n'est pas vraie, voir ci-dessous.

Attention au piège !

Une seconde CMS ne débouche pas nécessairement sur une CMD. Pour que ce soit le cas, les couleurs du second CG, indiquées par le type de configuration, doivent être contraires à celles du premier. Par exemple, pour une CMS de type BM, si le CG n'est pas constitué des couleurs RV, il n'y a pas de CMD.

Pour autant, si les deux réseaux génériques liés par une CMS se trouvent dans cette situation, c'est-à-dire qu'une seconde CMS apparaît sans créer de CMD, cela reste toujours un résultat intéressant. Prenons un exemple : soit une CMS de type RV. Apparaît une autre CMS de type BV. Il n'y a donc pas de CMD, puisque la seconde CMS n'est pas de type BM. Cependant, cette configuration particulière montre que le bleu et le rouge s'opposent à une même couleur, le vert. Dans ce cas de figure, le marron est validé. Si l'autre CMS est de type RM (seule possibilité restante), alors le bleu est validé, car le rouge ne saurait invalider à la fois le vert et le marron. Plus généralement, on en tire la règle suivante :

Règle

Lorsque deux CMS sont constituées de CG dont les couleurs sont contraires, il s'agit d'une CMD. Dans les autres cas, il n'y a pas CMD, mais validation d'une couleur qui dépend des CG en présence.

III Règles régissant les fusions des CMS ou des CMD

Règle 1

En CMD, si les candidats d'un des deux CG sont génériques, la fusion est totale, peu importe le statut des couleurs de l'autre couple. Il en est de même en CMS si les candidats du CG sont génériques et s'il se crée entre eux un lien fort.

Attention ! Avant de penser fusion, s'assurer que les deux couleurs d'un même couple ne s'opposent pas à une même couleur de l'autre couple, voir plus haut. Dans ce cas la couleur est invalidée et la fusion n'est plus d'actualité.

Remarques importantes

En CMD, il peut ne pas y avoir de CG dont les deux candidats sont génériques. Mais s'il se trouve un couple non générateur placé dans les mêmes conditions, donc porteurs des mêmes couleurs génériques, la règle 1 s'applique aussi puisque la double configuration crée automatiquement un lien fort par élimination des candidats de même valeur placés entre eux. En général, le CG de la première CMS est constitué de candidats génériques, mais ce n'est pas toujours le cas.

En CMS, le CG peut aussi ne pas être constitué de deux candidats génériques. Cependant, s'il se crée un lien fort entre deux candidats génériques n'appartenant pas au CG, mais porteurs des mêmes couleurs, la règle 1 s'applique.

Exemple 1 (se reporter aussi à l'exemple précédent)

| | | | | | | | | |
|-----|-----|-----|---|---|---|-----|---|-----|
| 2 | 4 | 6 | 5 | 7 | 1 | | 3 | |
| | | | | | | 8 9 | | 8 9 |
| 7 | 1 | 8 | 3 | 2 | 9 | 5 | 6 | 4 |
| 9 | 5 | 3 | 4 | 8 | 6 | 2 | 1 | 2 |
| | | | | | | 7 | | 7 |
| 6 | 2 | | 8 | 1 | 5 | 7 | 4 | 3 |
| | | 7 | | | | 9 | | |
| | | 1 | | | | 1 | | |
| 4 5 | | 4 | 9 | 3 | 2 | 6 | 5 | 5 6 |
| 8 | 7 8 | 7 | | | | 7 8 | 8 | 7 8 |
| | | 1 | 7 | 6 | 4 | 1 | | |
| 5 | 3 | | | | | | 2 | 5 |
| 8 | | | | | | 8 9 | | 8 9 |
| | | | 1 | 9 | 3 | 2 | 5 | 2 |
| 4 | | 6 4 | | | | 6 | 8 | 5 6 |
| | 8 | 7 8 | 7 | | | 8 | | 8 |
| 1 | | 6 | 2 | 4 | 7 | 3 | 9 | 6 |
| | 8 | | | | | | | 8 |
| 3 | 9 | 2 | 6 | 5 | 8 | 4 | 7 | 1 |

Une CMS démarre de la case L3C7 avec un CG constitué du 7 vert générique de L3C7 et du 7 rouge générique de L4C7. L'installation partielle du réseau virtuel marron finit par donner un 8 marron en L6C1 (car le 8 de L5C8 est obtenu grâce à la présence virtuelle d'un 5 marron virtuel en L5C9 due au 2 de L7C9), marron qui s'oppose à un 5 bleu virtuel dans sa case. La CMS devient CMD. Au moins une des CMS ayant été créée par deux candidats génériques, il est possible de procéder à une fusion totale des réseaux. Ici, il y a intérêt à fusionner vers les réseaux bleu/rouge, mieux représentés. Les verts deviennent bleus, et les marron deviennent rouges. Les candidats conservent leur statut après la fusion ; les génériques restent génériques et les virtuels restent virtuels, sauf cas particulier qui dépend des conditions d'exploitation de la grille.

Il peut y avoir plusieurs CG pour une même configuration. On utilisera le plus favorable au besoin.

Exemple 2

| | | | | | | | | | |
|-------|-------|-----|---|---|---|-----|-----|-----|-----|
| 6 | 9 | 1 | 3 | 7 | 2 | 1 | 2 | 4 | 5 |
| 1 2 3 | 1 2 3 | 8 | 7 | 4 | 9 | 5 | 6 | 8 | 1 2 |
| 2 | 2 | | | | 2 | | | | |
| 5 | 4 5 | 4 5 | 6 | 1 | 8 | 3 | 7 | 9 | |
| 5 | 8 | 2 | 1 | 4 | 3 | 5 | 9 | 6 | |
| 7 | | | | | | 7 | | | |
| 1 3 | 1 3 | | 9 | 5 | 6 | 1 2 | 1 2 | 8 | |
| 7 | | | | | | 7 | | | |
| 1 | 6 | 1 | 8 | 2 | 7 | 4 | 1 | 3 | |
| 5 | | 5 | | | | | 5 | | |
| 1 2 | 1 2 | | 9 | 7 | 3 | 4 | 8 | 6 | 1 2 |
| 5 | 5 | | | | | | | | |
| 2 3 | 2 3 | | 6 | 5 | 8 | 1 | 9 | 2 3 | 4 |
| 7 | 7 | | | | | | | | |
| 1 3 | 1 3 | | 8 | 2 | 6 | 9 | 1 | 3 | 7 |
| 4 | 4 | 4 | | | | | 5 | 5 | |

Cette grille n'a pas besoin des CMS ou des CMD pour être résolue, mais c'est pour l'exemple. Le réseau générique bleu/rouge est largement déployé. Plutôt que d'installer ses deux réseaux virtuels, le choix s'est porté sur une CMS qui démarre avec les 1 de L16C3. Nous avons donc une opposition marron/bleu avec deux candidats génériques. Le 1 vert de L6C8 ajoute une seconde CMS, ce qui nous fait passer en CMD et nous autorise une fusion totale, puisqu'au moins un des deux CG est constitué de candidats génériques. Les verts deviennent bleus et les marron, rouges. Dans l'autre sens, les rouges deviennent marron et les bleus deviennent verts, mais les nombres en présence montrent que mieux vaut opérer la fusion dans le sens bleu/rouge.

| | | | | | | | | | |
|-------|-------|-----|---|---|---|-----|-----|-----|-----|
| 6 | 9 | 1 | 3 | 7 | 2 | 1 | 2 | 4 | 5 |
| 1 2 3 | 1 2 3 | 8 | 7 | 4 | 9 | 5 | 6 | 8 | 1 2 |
| 2 | 2 | | | | 2 | | | | |
| 5 | 4 5 | 4 5 | 6 | 1 | 8 | 3 | 7 | 9 | |
| 5 | 8 | 2 | 1 | 4 | 3 | 5 | 9 | 6 | |
| 7 | | | | | | 7 | | | |
| 1 3 | 1 3 | | 9 | 5 | 6 | 1 2 | 1 2 | 8 | |
| 7 | | | | | | 7 | | | |
| 1 | 6 | 1 | 8 | 2 | 7 | 4 | 1 | 3 | |
| 5 | | 5 | | | | | 5 | | |
| 1 2 | 1 2 | | 9 | 7 | 3 | 4 | 8 | 6 | 1 2 |
| 5 | 5 | | | | | | | | |
| 2 3 | 2 3 | | 6 | 5 | 8 | 1 | 9 | 2 3 | 4 |
| 7 | 7 | | | | | | | | |
| 1 3 | 1 3 | | 8 | 2 | 6 | 9 | 1 | 3 | 7 |
| 4 | 4 | 4 | | | | | 5 | 5 | |

Large extension du réseau générique qui nous vaut sept éliminations. Validation du 3 de L5C3, qui entraîne une réaction en chaîne. La grille se résout sans problème.

On comprend dès lors l'intérêt de démarrer une CMS en opposant deux candidats génériques. Ceci nous assure une fusion totale si une CMD venait à se créer avec une paire de candidats virtuels ou mixtes (un candidat virtuel et un candidat générique), ou si un lien fort se crée en cours d'exploitation de la grille entre ces candidats. Les CMD ne sont pas rares. Ne pas oublier que deux candidats génériques porteurs des mêmes couleurs que les candidats du CG peuvent se créer lors de la mise en place des réseaux. C'est intéressant lorsque la configuration multiple devient double (voir remarque importante plus haut), ou s'il se crée entre eux un lien fort.

Règle 2

En CMD, si au moins un des deux CG est mixte (virtuel et générique) ou s'il existe un couple mixte porteur des mêmes couleurs que le CG, on peut procéder à une fusion partielle. En CMS, la règle s'applique s'il se crée un lien fort entre les candidats mixtes du CG ou entre les candidats d'un couple mixte non générateur porteur des mêmes couleurs.

À noter que s'il se crée un lien fort entre deux candidats virtuels dont les couleurs s'opposent, on ne peut tirer aucune conclusion quant à une possible fusion ou extension de réseau si les couleurs n'appartiennent pas à un même réseau générique (bleu/rouge ou vert/marron).

Remarques

On peut attendre de développer davantage les réseaux avant d'effectuer une fusion partielle, et la décision de fusionner dépendra, non pas du nombre de candidats affectés d'une couleur donnée, mais des cas de figure présents dans la grille. En effet, un des candidats du CG est virtuel. Si l'on souhaite une extension du réseau, ce candidat prendra nécessairement la couleur contraire à celle du candidat générique avec lequel il est lié fortement. N'oublions pas que dès lors qu'il y a une CMD, les deux candidats des deux CG se trouvent liés fortement quel que soit leur statut. Il en est de même pour les couples non générateurs placés dans des conditions identiques. Si les deux CG sont mixtes, la fusion partielle intéresse les deux couples. Le choix du sens de la fusion est imposé par le candidat générique.

Précision importante

Une fusion partielle n'est rien d'autre qu'une extension de réseau due à un changement de couleur et de statut d'un candidat virtuel. Ce candidat est lié fortement à un candidat générique et forme avec lui un couple mixte, générateur ou non. À noter que cette extension de réseau générique peut s'élargir par le jeu des liens forts. Elle est dite fusion partielle parce qu'elle ne concerne qu'une partie des réseaux et conserve les deux réseaux génériques, par opposition à la fusion totale qui englobe l'ensemble des réseaux pour les réduire à un seul réseau générique.

Exemple 1

| | | | | | | | | | | |
|-------|-----|-----|---|-----|-----|-----|-----|---|-----|---|
| 4 5 6 | 2 | 4 5 | 3 | | 5 6 | 8 | 4 | 3 | 6 | 1 |
| 4 6 | 1 | 4 5 | 3 | 2 | 9 7 | 5 6 | 3 | 9 | 7 | 8 |
| | | | 9 | 3 | 1 | 4 | 3 | 6 | 2 | 5 |
| 7 8 | 7 8 | 9 | | 3 | 1 | 4 | 3 | 6 | 2 | 5 |
| 3 | 5 | 3 | 6 | 2 | 2 | 1 | 8 | 9 | 4 | |
| | | | | 7 | 7 | 5 | 1 | 8 | 9 | 4 |
| 1 | 5 | 2 | 6 | 4 | 3 | 9 | 2 | 6 | 5 6 | 7 |
| | 8 | 5 | 8 | 4 | 3 | 9 | 2 | 6 | 5 6 | 7 |
| 9 | 4 | 7 | 8 | 8 | 2 | 5 6 | 1 | 3 | 2 3 | |
| | | | | 5 6 | 5 6 | 5 6 | 1 | 3 | 2 3 | |
| 3 | 6 | 1 | 5 | 8 | 2 | 7 | 4 | 9 | | |
| 2 | 9 | 5 | 3 | 6 | 4 | 3 | 2 3 | 1 | 2 3 | 3 |
| 7 8 | | 8 | 6 | 4 | 7 | 5 | 5 | 1 | 2 3 | 6 |
| 2 | | 2 | | | | | | | | |
| 4 | 5 | 4 | 1 | 9 | 6 | 8 | 5 | 8 | 3 | 6 |
| 7 | 7 | | | 1 | 9 | 7 | 5 | 8 | 3 | 6 |

Le cas entièrement fictif ci-dessus est très intéressant. Le CG de la première CMS se situe dans la case L9C2. C'est un couple mixte. En cours d'exploitation des réseaux, un 6 marron virtuel (L9C6) s'oppose au 6 de L9C9, mais aussi à celui de L6C6 ou L8C4. Ce second CG est intégralement virtuel et crée une CMD, que nous allons ignorer pour la circonstance. Le 6 marron de L9C6 donne un 6 marron virtuel en L8C9, créant ainsi un couple mixte qui, même s'il n'est pas générateur, bénéficie de la règle 2. En conséquence, ce 6 peut devenir rouge générique et celui de L9C9 bleu générique, celui de L9C6 rouge générique et ainsi de suite. Il y a là une belle extension du réseau générique bleu/rouge qui s'annonce. Pour ce qui concerne le premier CG, le 5 rouge virtuel peut devenir marron générique et ainsi de suite, mais, de toute évidence, cette opération ne revêt aucun intérêt au regard de l'extension offerte par l'autre couple. À noter que le 5 rouge virtuel de L9C2 pouvait devenir marron générique sans passer par la règle 2. Notons qu'il ne s'agit là que d'un cas d'école, car en plaçant le 3 rouge générique en L1C3 on valide directement le bleu, puisque le marron et le vert s'opposent au rouge.

Exemple 2

| | | | | | | | | |
|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |

Nouveau cas d'école d'une grille qui peut se résoudre aisément sans les CMS/CMD et qui n'a donc que valeur d'exemple. La CMS part du CG composé du 2 vert générique de L8C4 et du 2 rouge générique de L9C6 (ou de celui de L4C4). Le lien entre ces candidats générateurs génériques est faible à cause du 2 de L7C4. Mais l'extension du réseau générique bleu/rouge, en cours entre les blocs 1 et 7, conduit à l'élimination des 2 de L7C24 grâce au placement du 2 bleu générique de L7C3. De ce fait, le lien entre les 2 candidats du CG (et entre le 5 et le 6 de L7C4) devient fort. La fusion totale est donc possible. Les candidats verts se changent en bleus, et les marron, en rouges, les statuts respectifs étant conservés. Si la création de lien fort avait concerné un couple de candidats vert et rouge génériques situés ailleurs, donc non générateur, le résultat aurait été identique.

| | | | | | | | | |
|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |

Voici ce que devient la grille après la fusion. Les candidats génériques verts et marron ont été reconduits en bleus génériques et en marron génériques, et les virtuels dans les mêmes couleurs, mais virtuelles.

Exemple 3

| | | | | | | | |
|---|-------------|--------|-------------|--------|--------|-------------|---|
| 8 | 6 9 7 | 4 6 | 2 4 7 | 5 | 3 | 1 4 | 2 |
| 1 | 4 | 7 | 6 | 2 3 | 5 | 8 | 5 |
| 2 | 5 | 1 | 9 | 4 7 | 8 | 4 6 4 | 9 |
| 6 | 5 | 1 | 9 | 4 7 | 8 | 4 7 | 2 |
| 7 | 8 | 2 | 5 | 4 7 | 1 | 4 9 | 6 |
| 2 | 3 | 4 | 1 | 9 | 5 | 7 | 8 |
| 5 | 4 8 | 6 7 | 8 | 3 | 2 | 9 | 1 |
| 2 | 1 | 9 | 8 | 5 | 4 6 | 4 6 | 3 |

Il s'agit d'une CMS de type RV (le rouge générique du 2 de L2C6 s'oppose dans sa propre case au 8 vert générique ou au 2 vert générique de L1C4, voire au 2 de L2C8, ce qui fait trois CG). En installant le réseau virtuel vert, on obtient un 9 vert virtuel en L1C5. Ce 9 est lié fortement au 9 rouge générique de L1C2. La règle 2 concernant les CMS autorise le 9 vert de L1C5 à devenir bleu générique, ce qui permet une extension du réseau générique bleu/rouge (fusion partielle) puisque le 9 de L3C5 est lié fortement à celui de L1C5. Ici, de toute évidence, il n'y avait pas besoin du coloriage multiple virtuel pour identifier cette extension du réseau générique, qui aurait pu intervenir directement. En fait, un 9 a disparu lors de la mise en place du second réseau, ce que la figure ne montre pas. De toute manière, il est possible de créer par élimination de candidats un lien fort entre ces configurations de couleurs. Notons que la bonne couleur peut se déterminer grâce au 2 marron générique de L4C8, qui donne un 3 marron virtuel en L4C6, puis un 3 marron virtuel en L3C1. Le vert et le marron s'opposent au rouge, d'où la validation du bleu.

IV Quelques exemples complémentaires

Exemple 1

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 5 | 4 | 7 | 8 | 2 | 3 | 6 | 9 |
| 2 | 3 | 2 | | | | | | |
| 8 | 8 | 6 | 1 | 5 | 9 | 4 | 5 | 7 |
| 7 | | | 4 | 5 | 6 | 1 | 8 | 1 |
| | | | | | | | | |
| 4 | | 6 | 2 | 1 | 3 | 1 | 5 | 1 |
| 8 | 7 | 8 | 9 | 9 | 9 | 8 | 4 | 6 |
| 5 | 1 | 2 | 8 | 6 | 4 | 9 | 7 | 3 |
| | 3 | | | | | | | |
| 4 | | 6 | 5 | 1 | 7 | 1 | 4 | 1 |
| 8 | 8 | 8 | 9 | 9 | 9 | 8 | 4 | 6 |
| 2 | | | 9 | 2 | 5 | 6 | 1 | 4 |
| 8 | 3 | 7 | 8 | 7 | | | | |
| 9 | 4 | 5 | 6 | 4 | 1 | 2 | 3 | 8 |
| | | | | | | | | |
| 6 | 4 | 1 | 3 | 4 | 8 | 7 | 9 | 5 |
| | | | | | | | | |

Ici, il s'agit d'un second réseau générique vert/marron en CMS de type VR (2 vert générique de L3C2 opposé au 2 rouge générique de L9C2). Ce premier exemple est destiné à montrer un des intérêts du coloriage multiple virtuel. Aucun des réseaux virtuels n'a été déployé compte tenu de l'importance des réseaux génériques, et le réseau générique VM n'a pas été complètement développé. Ce second réseau permet de déboucher directement sur la solution. En effet, le 3 vert générique de L2C1 (ou celui de L6C3) donne un 3 marron générique en L6C1, case où il y a déjà un 4 marron. Les candidats verts et bleus (car le vert s'oppose au rouge) sont donc validés, soit dix-huit chiffres d'un coup sans avoir eu à installer un seul des quatre réseaux virtuels possibles.

Remarque importante :

Il convient d'être attentif dans nos choix. En effet, on pourrait ne voir que l'invalidation du rouge, et dans ce cas, seul le bleu serait validé, pas le vert. Par exemple, le 4 marron générique de L6C1 donne un 4 vert générique en L4C1, et donc un 8 marron générique dans cette case, lequel s'oppose au 8 rouge générique de L7C1. Le marron et le vert interdisant tous les deux cette couleur valident donc le bleu, sans qu'on puisse dire que le marron est bon lui aussi.

Exemple 2

| | | | | | | | | | | |
|-----|-----|---|---|---|---|---|-----|-----|---|---|
| 7 | 4 | 2 | 5 | 4 | 2 | 1 | 3 | 1 | 6 | 8 |
| 1 | 4 | 6 | 9 | 3 | 4 | 1 | 8 | 1 | 2 | 1 |
| 1 2 | 1 2 | 6 | 8 | 2 | 7 | 9 | 5 | 1 2 | 3 | 4 |
| 9 | 4 | 6 | 2 | 1 | 7 | 8 | 5 | 6 | 3 | 4 |
| 3 | 1 | 8 | 7 | 6 | 2 | 4 | 1 | 5 | 5 | 1 |
| 1 | 4 | 6 | 5 | 1 | 4 | 6 | 7 | 8 | 2 | 1 |
| 1 2 | 5 | 6 | 7 | 9 | 2 | 5 | 1 2 | 6 | 8 | 1 |
| 1 2 | 4 | 5 | 4 | 1 | 4 | 3 | 1 | 1 2 | 5 | 6 |
| 1 | 5 | 6 | 3 | 1 | 6 | 5 | 1 | 1 | 4 | 1 |

Le réseau générique vert/marron (réduit à un seul élément au départ) a été installé en CMS en opposant le marron au bleu dans le bloc 2. La relation de groupe avec lien fort sur les 2 de L78C6 et de L13C4 permet d'obtenir le 2 marron générique de L7C4 et le candidat virtuel 1 vert (mais aussi le triplet virtuel marron 1-6-7 en L789C6). Le 5 rouge virtuel de L9C4 crée une opposition vert/rouge, donc une CMD. De ce fait, le 2 de L3C4 est à éliminer, car il est situé entre bleu et marron. La fusion totale est possible, et la logique veut que ce soit au profit des réseaux bleu/rouge. Les marrons deviennent rouges et les verts, bleus. Au passage, les deux 5 de L79C4 permettent une extension du réseau générique. Les réseaux vert/marron auront donc entraîné une extension des réseaux bleus/rouges, de nombreuses suppressions de candidats et quelques validations.

| | | | | | | | | | | |
|-----|-----|---|---|---|---|---|-----|-----|---|---|
| 7 | 4 | 2 | 5 | 4 | 2 | 1 | 3 | 1 | 6 | 8 |
| 1 | 4 | 6 | 9 | 3 | 4 | 1 | 8 | 1 | 2 | 1 |
| 1 2 | 1 2 | 6 | 8 | 2 | 7 | 9 | 5 | 1 2 | 3 | 4 |
| 9 | 4 | 6 | 2 | 1 | 7 | 8 | 5 | 6 | 3 | 4 |
| 3 | 1 | 8 | 7 | 6 | 2 | 4 | 1 | 5 | 5 | 1 |
| 1 | 4 | 6 | 5 | 1 | 4 | 6 | 7 | 8 | 2 | 1 |
| 1 2 | 5 | 6 | 7 | 9 | 2 | 5 | 1 2 | 6 | 8 | 1 |
| 1 2 | 4 | 5 | 4 | 1 | 4 | 3 | 1 | 1 2 | 5 | 6 |
| 1 | 5 | 6 | 3 | 1 | 6 | 5 | 1 | 1 | 4 | 1 |

Voici ce qu'est devenue la grille après fusion. C'est un bon moyen pour étendre les réseaux bleus/rouges.

Exemple 3

| | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 7 | 4 | 2 | 5 | 4 | 2 | 1 | 3 | 1 | 6 | 8 |
| 1 | 6 | 9 | 3 | 4 | 1 | 9 | 8 | 1 | 2 | 1 |
| 4 | 6 | 9 | 3 | 7 | 7 | 6 | 8 | 5 | 7 | 5 |
| 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 |
| 6 | 6 | 8 | 2 | 7 | 9 | 7 | 5 | 3 | 4 | 7 |
| 9 | 4 | 6 | 2 | 1 | 7 | 8 | 5 | 6 | 3 | 4 |
| 3 | 1 | 7 | 6 | 2 | 4 | 1 | 5 | 5 | 1 | 5 |
| 4 | 6 | 5 | 1 | 3 | 9 | 2 | 7 | 8 | 4 | 6 |
| 4 | 6 | 5 | 4 | 6 | 7 | 8 | 3 | 9 | 2 | 7 |
| 1 | 2 | 5 | 6 | 7 | 9 | 2 | 4 | 1 | 2 | 6 |
| 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 3 | 1 | 1 | 2 | 8 | 1 |
| 4 | 5 | 4 | 4 | 8 | 3 | 7 | 8 | 7 | 5 | 6 |
| 1 | 5 | 6 | 3 | 1 | 6 | 5 | 1 | 1 | 4 | 1 |
| 8 | 3 | 6 | 5 | 7 | 8 | 9 | 7 | 8 | 9 | 7 |
| 8 | 3 | 1 | 6 | 5 | 1 | 6 | 4 | 7 | 5 | 2 |

Sur la grille précédente, après avoir un peu progressé avec le 4 bleu générique de L6C1, une astuce permet une autre extension du réseau générique tout en validant un 4. Il suffit de profiter du lien fort entre les 4 de L4C29 pour créer une CMS de type MB. Le 4 vert de L4C9 implique la suppression du 7 de sa case (entre rouge et vert), et le 4 marron de L6C9 induit un 1 marron virtuel en L6C3, qui s'oppose au rouge. Le marron s'oppose à la fois au bleu et au rouge, ce qui valide le vert. Une extension du réseau générique en découle.

Exemple 4

| | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 5 | 2 | 1 | 2 | 7 | 6 | 9 | 3 | 4 | 1 | 2 |
| 7 | 6 | 7 | 6 | 7 | 6 | 9 | 3 | 4 | 1 | 2 |
| 1 | 2 | 3 | 9 | 4 | 1 | 1 | 6 | 5 | 1 | 2 |
| 8 | 3 | 9 | 4 | 7 | 8 | 8 | 6 | 5 | 7 | 2 |
| 1 | 4 | 6 | 5 | 2 | 1 | 6 | 9 | 1 | 3 | 3 |
| 8 | 4 | 7 | 5 | 2 | 8 | 6 | 9 | 7 | 3 | 3 |
| 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 5 | 7 | 1 | 3 | 9 |
| 4 | 8 | 6 | 4 | 6 | 8 | 5 | 7 | 1 | 3 | 9 |
| 9 | 2 | 2 | 3 | 1 | 6 | 1 | 2 | 5 | 6 | 4 |
| 7 | 8 | 7 | 8 | 8 | 8 | 3 | 9 | 5 | 8 | 4 |
| 3 | 1 | 5 | 9 | 6 | 4 | 2 | 2 | 6 | 6 | 6 |
| 3 | 1 | 5 | 9 | 8 | 4 | 7 | 7 | 8 | 7 | 2 |
| 7 | 2 | 1 | 2 | 2 | 4 | 5 | 3 | 9 | 1 | 2 |
| 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 4 | 5 | 3 | 9 | 6 | 6 |
| 1 | 2 | 5 | 3 | 2 | 6 | 9 | 8 | 1 | 2 | 1 |
| 4 | 5 | 3 | 7 | 6 | 7 | 9 | 8 | 4 | 6 | 6 |
| 6 | 9 | 2 | 1 | 3 | 2 | 4 | 2 | 2 | 2 | 5 |
| 8 | 9 | 4 | 1 | 3 | 8 | 7 | 4 | 7 | 7 | 5 |

Voici une grille de niveau 14. Une CMS oppose le vert au rouge dans le bloc 8. Le 6 de L7C9 donne le 1 marron de L7C3, puis le 1 marron de L1C8, qui s'oppose au 1 bleu générique de L3C8. Il y a donc une CMD. Le 1 de L8C8 est éliminé ainsi que celui de L2C9, et le 6 de L8C4 disparaît à son tour du fait de la configuration double. Nous pouvons procéder à une fusion totale.

| | | | | | | | | | | | |
|-----------------------------|-----------------------------|-------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| 5 | ² ₇ | ^{1 2} _{6 7} | ⁶ ₇ | ⁶ ₇ | ⁶ ₇ | ⁶ ₇ | ⁹ ₇ | ³ ₄ | ² ₄ | ^{1 2} ₄ | ⁸ ₄ |
| ^{1 2} ₈ | ³ ₈ | ⁹ ₈ | ⁴ ₈ | ¹ ₈ | ¹ ₈ | ⁶ ₈ | ⁵ ₈ | ⁶ ₈ | ⁵ ₈ | ² ₈ | ² ₈ |
| ¹ ₈ | ⁴ ₈ | ⁶ ₈ | ⁵ ₈ | ² ₈ | ⁶ ₈ | ⁹ ₈ | ³ ₈ | ¹ ₈ | ¹ ₈ | ⁷ ₈ | ³ ₈ |
| ⁴ ₈ | ² ₈ | ² ₈ | ² ₈ | ² ₈ | ² ₈ | ⁵ ₈ | ⁷ ₈ | ¹ ₈ | ³ ₈ | ⁹ ₈ | ⁹ ₈ |
| ⁹ _{7 8} | ² _{7 8} | ² _{7 8} | ³ _{7 8} | ¹ ₈ | ⁶ ₈ | ⁶ ₈ | ⁵ ₈ | ⁶ ₈ | ⁴ ₈ | ⁴ ₈ | ⁴ ₈ |
| ³ _{7 8} | ¹ _{7 8} | ⁵ _{7 8} | ⁹ _{7 8} | ⁶ _{7 8} | ⁴ _{7 8} | ⁴ _{7 8} | ⁴ _{7 8} | ² _{7 8} | ² _{7 8} | ⁶ _{7 8} | ⁶ _{7 8} |
| ⁷ ₈ | ² ₈ | ^{1 2} ₈ | ² ₈ | ⁶ ₈ | ⁴ ₈ | ⁵ ₈ | ³ ₈ | ⁹ ₈ | ¹ ₈ | ⁶ ₈ | ⁶ ₈ |
| ^{1 2} ₄ | ⁵ ₄ | ³ ₄ | ⁷ ₄ | ² ₄ | ⁶ ₄ | ⁹ ₄ | ⁸ ₄ | ² ₄ | ^{1 2} ₄ | ⁶ ₄ | ⁶ ₄ |
| ⁶ ₈ | ⁹ ₈ | ² ₈ | ¹ ₈ | ³ ₈ | ² ₈ | ² ₈ | ² ₈ | ² ₈ | ² ₈ | ⁵ ₈ | ⁵ ₈ |

On obtient ainsi une belle extension des réseaux bleus et rouges, qui n'est pas encore finie, et la grille se termine sans problème.

Exemple 5

| | | | | | | | | | | |
|-----------------------------|-----------------------------|-------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| 5 | ² ₇ | ^{1 2} _{6 7} | ⁶ ₇ | ⁹ ₇ | ³ ₄ | ² ₄ | ^{1 2} ₄ | ⁸ ₄ | | |
| ^{1 2} ₈ | ³ ₈ | ⁹ ₈ | ⁴ ₈ | ¹ ₈ | ¹ ₈ | ⁶ ₈ | ⁵ ₈ | ² ₈ | | |
| ¹ ₈ | ⁴ ₈ | ⁶ ₈ | ⁵ ₈ | ² ₈ | ⁶ ₈ | ⁹ ₈ | ³ ₈ | ³ ₈ | | |
| ⁴ ₈ | ² ₈ | ² ₈ | ² ₈ | ² ₈ | ² ₈ | ⁵ ₈ | ⁷ ₈ | ¹ ₈ | ³ ₈ | ⁹ ₈ |
| ⁹ _{7 8} | ² _{7 8} | ² _{7 8} | ³ _{7 8} | ¹ ₈ | ⁶ ₈ | ⁶ ₈ | ⁵ ₈ | ⁶ ₈ | ⁴ ₈ | ⁴ ₈ |
| ³ _{7 8} | ¹ _{7 8} | ⁵ _{7 8} | ⁹ _{7 8} | ⁶ _{7 8} | ⁴ _{7 8} | ⁴ _{7 8} | ⁴ _{7 8} | ² _{7 8} | ² _{7 8} | ⁶ _{7 8} |
| ⁷ ₈ | ² ₈ | ^{1 2} ₈ | ² ₈ | ⁶ ₈ | ⁴ ₈ | ⁵ ₈ | ³ ₈ | ⁹ ₈ | ¹ ₈ | ⁶ ₈ |
| ^{1 2} ₄ | ⁵ ₄ | ³ ₄ | ⁷ ₄ | ² ₄ | ⁶ ₄ | ⁹ ₄ | ⁸ ₄ | ² ₄ | ^{1 2} ₄ | ⁶ ₄ |
| ⁶ ₈ | ⁹ ₈ | ² ₈ | ¹ ₈ | ³ ₈ | ² ₈ | ² ₈ | ² ₈ | ² ₈ | ² ₈ | ⁵ ₈ |

Une autre façon de terminer la grille consiste à installer une nouvelle CMS par opposition du marron au bleu en partant du bloc 7 (CG 1 et 4 de la case L8C1). Le déploiement du réseau vert virtuel permet d'éliminer trois candidats et de valider un 4 dans le bloc 3 et un 1 dans le bloc central, mais aussi de créer une CMD avec le 8 vert de L2C5, et encore de provoquer une autre extension des réseaux bleus et rouges. Avec la fusion totale qui en découle, la grille est terminée.

Exemple 6

| | | | | | | |
|---------------|--------------|---------------------|--------------|--------------|------------|------------|
| 4 5 6 9 | 5 9 | 4 5 | 1 8 | 4 6 2 | 7 3 | 4 6 2 |
| 2 8 | 1 3 4 7 | 5 4 6 4 6 4 6 4 6 7 | 9 | 5 1 2 6 | 8 | 9 |
| 3 4 6 7 | 3 1 3 4 7 | 4 6 4 6 4 6 4 6 7 | 9 | 5 1 2 6 | 8 | |
| 4 3 7 | 1 9 | 4 6 5 4 6 7 8 | 5 4 6 7 8 | 3 2 3 6 7 | 2 3 6 7 | 3 3 6 6 |
| 8 6 | 7 3 | 7 9 7 9 | 3 2 3 7 9 | 1 4 5 | | |
| 4 5 3 7 | 2 4 5 3 7 | 4 6 4 6 4 6 7 | 1 4 6 3 7 | 9 8 | 3 6 7 | |
| 1 5 9 | 6 9 7 | 2 3 8 | 3 3 8 | 4 3 3 8 7 | 5 4 7 | 3 3 6 |
| 3 7 | 3 8 7 | 4 6 4 6 4 6 5 | 5 2 9 1 | | | |
| 5 9 7 | 4 2 | 3 8 9 7 | 7 1 | 3 6 8 | 5 6 7 | 3 6 6 |

Seuls deux réseaux génériques ont été installés, car le développement du réseau rouge/bleu est si important qu'il vaut mieux passer directement en CMS. Au départ, le 2 vert de L5C5 s'oppose au 9 rouge de sa case. Ensuite, le 2 marron de L4C8 s'oppose au rouge de sa case. Il ne s'agit donc pas d'une CMD. Tous les candidats bleus sont validés sans que nous ayons été obligés de développer les réseaux virtuels.

Exemple 7

| | | | | | | | |
|--------------|----------------|----------------|----------------|------------|--------------|------------|--------------------------|
| 2 | 4 3 8 7 8 | 6 4 5 6 7 8 | 1 3 7 9 | 7 8 | 1 3 7 9 | 1 3 7 9 | 5 6 4 5 6 4 6 8 9 9 8 |
| 7 8 | 6 4 6 8 | 1 | 2 5 7 9 | 2 3 7 9 | 3 4 6 8 | 2 3 7 9 | 3 4 6 8 |
| 9 | 3 6 8 | 5 6 8 | 4 8 7 9 | 1 3 6 | 7 1 2 5 6 | 1 1 8 | 6 6 8 |
| 4 5 7 9 | 6 6 7 8 | 8 1 7 6 | 5 9 2 7 6 | 1 1 6 4 | 1 1 6 4 | 1 1 6 4 | 6 6 7 6 |
| 3 1 8 7 8 | 6 6 7 8 | 5 9 2 7 6 | 3 4 7 9 | 1 1 6 4 | 1 1 6 4 | 1 1 6 4 | 6 6 7 6 |
| 1 6 7 | 1 2 9 7 9 7 | 6 6 7 9 7 | 3 4 7 9 | 1 1 6 4 | 1 1 6 4 | 1 1 6 4 | 6 6 7 6 |
| 1 5 6 4 9 | 3 7 8 9 | 1 4 7 9 7 | 8 6 1 3 7 9 | 1 5 6 7 | 1 5 6 7 | 1 5 6 7 | 2 3 8 |
| 1 5 8 7 | 7 2 3 8 9 | 1 2 3 9 | 6 1 3 7 9 | 4 1 5 7 | 4 1 5 7 | 4 1 5 7 | 3 8 9 |
| 1 5 6 4 8 | 1 2 2 8 8 | 1 2 3 7 | 2 1 3 7 | 1 3 7 | 1 3 7 | 1 3 7 | 9 5 6 7 |

Voici un cas intéressant de fusion totale. Cette grille de niveau 14 est en cours d'exploitation. Un second réseau générique vert/marron est installé en CMS de type BM. Le CG est composé du 2 bleu générique et du 3 marron de L4C7. Le 8 rouge générique de L1C5 et le 2 rouge générique de L2C7 induisent un 8 rouge virtuel en L23C9. Il s'ensuit une seconde CMS de type RV, ce qui permet une fusion totale. Une autre façon de le voir. Le 8 rouge de L1C5 et le 2 rouge de L2C7 induisent un 8 rouge en L9C7, 8 déjà marron générique.

| | | | | | | | | | | | | |
|---------------|---------------|---------------|---------------|------------|-------------|------------|------------|---------------|-----------------|-------------------|---------------|---|
| 2 | 4 8 | 3 6 7 8 | 4 5 6 7 8 | 1 7 | 3 6 9 | 7 8 | 1 7 | 3 6 9 | 1 5 6 8 9 | 1 4 5 6 8 9 | 1 4 8 | 6 |
| | 6 7 8 | 4 8 | 6 8 | 1 | 2 7 | 5 9 | | 6 7 9 | 2 8 9 | 3 6 | 4 8 | 6 |
| 9 | | 3 6 8 | 5 6 8 | 4 | 2 6 | | 1 6 | 3 6 | 7 1 5 6 8 | 2 1 | 1 8 | 6 |
| 4 | 5 | | 6 7 9 | 8 | 1 | | 6 7 | | 2 6 9 | 3 6 9 7 | 3 6 | |
| 3 | 1 8 | 6 7 8 | 6 7 8 | 5 | 9 | 2 | 1 6 | 1 6 4 7 | 1 6 4 7 | 1 6 4 7 | 1 6 4 7 | 6 |
| 1 7 | 6 9 7 | 1 2 9 7 | 2 9 7 | | 6 7 | 3 9 7 | 4 9 7 | 1 6 9 | 8 9 | 5 9 | | |
| 1 5 6 8 | 1 5 6 8 | 6 9 | 3 9 | 1 7 | 4 9 7 | | 8 7 | 1 5 6 7 | 1 5 6 7 | 2 5 6 7 | 2 5 6 7 | |
| 1 5 8 | 7 | 2 8 9 | 1 2 3 9 | | 6 9 | 1 3 5 9 | 4 9 | 1 5 9 | 4 1 5 8 | 1 5 8 | 3 8 | |
| 1 5 6 8 | 1 2 8 | 2 6 4 8 | 2 6 4 8 | 1 2 3 7 | 2 3 4 7 | 2 3 4 7 | 2 3 4 7 | 1 3 5 7 | 3 8 7 | 1 5 6 7 | 9 8 | |

Belle extension du réseau générique initial.

Exemple 8

| | | | | | | | | | | | | |
|----------|------------|-----------------|-----------------|--------|--------|----------|----------|-----------------|-------------------|------------|----------|--|
| | 6 8 9 | 6 8 9 | 2 | 5 | 3 | 1 4 | 1 | | 7 | 4 8 9 | | |
| | 3 8 9 | 5 7 8 9 | 5 7 8 9 | 3 4 | | 1 4 | | 6 | 1 5 4 5 8 9 | 2 4 5 | 2 4 5 | |
| 4 | 1 | 5 8 9 | | 2 | | 2 | | 5 | 3 | 6 | | |
| 1 8 9 | 4 8 9 | 6 | 1 8 9 | 2 9 | 5 | | 3 8 9 | 1 4 8 | 7 | | | |
| 2 | 4 5 9 | 1 4 5 9 | 3 | 7 | 8 | 1 9 | 5 6 9 | 1 4 5 6 9 | 4 5 6 9 | 4 5 6 9 | | |
| 7 | 5 8 9 | 1 9 | 3 9 | 6 | 4 | 1 9 | 2 8 9 | 1 5 8 9 | 2 | 5 8 9 | 3 8 9 | |
| 5 | 3 | 4 7 8 | 4 7 | 6 | 4 7 | 2 7 | 7 8 | 9 | 1 | | | |
| 1 | 6 4 7 9 | 1 6 4 7 9 | 1 6 4 7 9 | 8 | 5 | 4 7 9 | 2 6 | 3 6 | 2 6 | 2 3 6 | 2 3 6 | |
| 6 8 9 | 2 | | 7 8 9 | 7 | 1 | 3 | 4 | 5 6 8 | 5 8 | 5 8 | | |

Ce dernier exemple montre un cas particulier qui n'est pas si rare que cela. Dans cette grille de niveau 13, nous sommes partis d'un second réseau vert/marron indépendant des réseaux bleu/rouge. Il se trouve qu'en cours de développement, le second réseau se place en CMS de manière originale. En effet, le 5 vert virtuel de L3C3 donne une paire 8-9 verte en L3C7, et le 3 vert générique de L8C7, une même paire 8-9 verte en L4C7. De ce fait, si le vert est la bonne couleur, tous les candidats bleus génériques et virtuels sont bons, puisque le 1 bleu générique de L1C7 reste seul dans sa case. Ceci signifie que nous sommes en CMS de type VR (ou RV), autrement dit que le vert s'oppose au rouge. Nous sommes donc en face d'un cas où il est impossible de déterminer le CG. Seront donc éliminés les candidats placés entre bleu et marron, par exemple le 1 de L6C3, qui permet d'affecter le vert générique au 9 de cette case. Ce 9, avec le 8 vert virtuel de L7C3, donne un 7 vert virtuel en L9C3, 7 vert qui s'oppose au 7 bleu de la même ligne. Le vert s'oppose à la fois au rouge et au bleu, ce qui valide les six candidats marron.

V Problème de la validation des couleurs en CMS

Le problème de la validation d'une couleur en CMS se pose quand une anomalie classique (donc indépendamment des configurations) valide directement une couleur, par exemple deux candidats de même couleur dans une même zone, ou deux candidats de valeur différente et de même couleur dans une même case ou une case ou une zone vide... Dans ce cas de figure, il faut étudier l'éventuel impact sur les autres couleurs (il n'y en a pas forcément). Il se pose aussi quand une anomalie se déclare entre les couleurs des deux couples d'une CMS, et ça mérite encore une étude.

Premier cas

Supposons, en CMS de type RV, par exemple, que nous constatons que la validation du marron engendre une case vide. La couleur verte est validée. Le vert s'opposant au rouge, valide aussi le bleu. Si nous avons constaté a contrario que le rouge est validé, alors le marron l'est aussi, puisque le rouge s'oppose au vert. D'une manière générale, lorsqu'on valide une couleur en CMS on s'assure que cette couleur ne s'oppose pas à une couleur de l'autre couple. Si tel est le cas, deux couleurs sont validées ; celle qui l'a été grâce à une anomalie, et la couleur validée par l'opposition de couleurs entre couples.

En revanche, toujours en CMS de type RV, le bleu validé reste seul à l'être. En effet, le bleu invalide le rouge, et donc il ne se passe rien côté RV. Une couleur invalidée ne s'oppose plus à rien. Le problème de la CMD ne se posera jamais, puisque dès qu'elle sera identifiée, on procédera à une fusion totale.

En résumé, si une couleur est validée, soit elle s'oppose à une autre d'un second couple, et par suite deux couleurs sont validées, soit ce n'est pas le cas et elle seule peut l'être.

Deuxième cas

La validation d'une couleur est consécutive à un conflit entre couleurs des deux couples de la configuration. Prenons une CMS de type BM, par exemple. Si un candidat bleu ou marron se trouve entre deux candidats de même valeur dans sa zone, mais l'un vert et l'autre rouge, alors le candidat bleu ou marron est invalidé, et donc la couleur qui va avec. La suite rejoint ce qui est expliqué ci-dessus. Si c'est le bleu, alors le rouge est validé, et seulement le rouge, puisque cette couleur ne s'oppose à aucune autre. Bien sûr, le raisonnement est identique si un candidat bleu ou marron est placé dans une case dans laquelle deux autres candidats portent chacune une des deux couleurs invalidantes, donc rouge et vert. Il en sera toujours ainsi lorsqu'une couleur est invalidée parce que prise entre deux couleurs invalidantes dues à la configuration multiple.

Troisième cas

D'autres possibilités de rencontre entre couleurs sont possibles. Prenons encore la CMS de type RV. On peut avoir dans une même zone deux candidats de même valeur avec des couleurs différentes. S'il s'agit du bleu et du rouge, du vert et du marron ou du rouge et du vert, on sait quoi faire, de même s'il s'agit d'un marron et d'un bleu. Il reste les combinaisons vert/bleu et rouge/marron. Ce cas de figure est le plus simple à traiter : il n'y a rien à faire, car on ne peut rien déduire de ce genre de confrontation.

En synthèse

En CMS, une couleur validée d'un couple qui s'oppose à une couleur de l'autre couple valide l'autre couleur de ce couple. S'il n'y a pas d'opposition, elle seule est validée.

En CMS, une couleur placée entre deux candidats de même valeur porteurs des deux couleurs invalidantes est invalidée. La couleur contraire est donc validée. Il reste à voir si elle s'oppose elle-même à une autre couleur pour déterminer si elle induit une validation supplémentaire de couleur (voir le cas ci-dessus).

En configuration multiple, il existe six combinaisons possibles de rencontres entre candidats de couleurs différentes. Quatre d'entre elles se traitent selon les règles édictées dans ce document, par exemple entre bleu et rouge, entre vert et marron... Les deux autres ne présentent aucun intérêt.

Exemple

| | | | | | | |
|------------|-------------------|---------------------|------------|------------|------------|----------------|
| 2 3 7 | 6 | 2 3 9 | 4 | 1 3 1 5 | 2 5 | 8 |
| 2 3 7 | 4 | 9 | 2 3 5 | 3 6 | 8 | 1 7 9 7 |
| 5 | 1 8 | 1 8 | 2 6 | 7 | 9 | 4 3 6 |
| 4 | 7 | 8 9 | 8 6 | 2 | 5 | 1 3 9 |
| 1 | 2 2 5 5 8 8 | 3 3 8 8 | 4 7 | 2 | 5 1 7 8 | 3 9 |
| 2 8 9 | 3 | 6 | 1 | 5 9 7 | 4 | 2 7 |
| 3 6 | 4 | 7 | 9 | 2 | 5 6 | 1 |
| 2 3 8 9 | 1 2 5 5 8 9 | 1 2 3 5 5 8 9 | 7 | 1 1 4 8 | 6 | 6 4 5 6 8 9 |
| 6 | 1 5 5 8 9 | 1 5 5 8 9 | 5 4 8 8 | 3 | 7 8 9 | 2 4 5 7 |

Grille en cours d'exploitation. En colonne 1, le 9 bleu générique est seul. Le bleu est donc validé. Mais nous sommes en CMS de type MB. En conséquence, le marron est invalidé. Autrement dit deux couleurs sont bonnes, le bleu et le vert.

Dans l'exemple 6 de la page 19. Le bleu est validé, ce qui invalide le rouge, qui s'oppose au vert. Dans ce cas de figure, le bleu est la seule couleur à être validée.

Enfin, dans l'exemple 1 de la page 15 il n'en va pas ainsi de la grille, en CMS de type VR, où le marron est invalidé. Le vert est donc la bonne couleur. Ce dernier est opposé au rouge, qu'il invalide. De ce fait, la validation du vert entraîne celle du bleu.

VI Superposition de deux couleurs sur un même candidat.

Il arrive souvent que deux couleurs soient affectées à un même candidat. Elles se superposent donc. Il s'agit du point le plus délicat à analyser en coloriage virtuel généralisé au regard des nombreux cas possibles, aussi convient-il de s'y pencher avec soin.

Les superpositions se classent en trois groupes : les couleurs sont issues d'un seul réseau générique (RG), ou de deux réseaux génériques liés entre eux par une CMS, ou de deux réseaux génériques indépendants. Par couleurs d'un seul RG, de RG liés par une CMS ou de RG indépendants, les réseaux virtuels qui les accompagnent éventuellement sont sous-entendus.

Pour s'y retrouver, trois règles communes aux trois groupes cadrent un grand nombre de cas, y compris ceux d'un seul RG, qui n'a plus besoin d'autres règles. Enfin, trois règles simples pour le groupe CMS et une pour les RG indépendants permettent d'exploiter les superpositions les concernant.

Règles communes aux trois groupes

- 1 Les couleurs génériques d'un même RG ou de deux RG différents ne peuvent pas se superposer (1).
- 2 Les couleurs mixtes d'un même RG ne peuvent pas se superposer.
- 3 Les couleurs virtuelles superposées ne valident le candidat que si elles sont issues du même RG.

(1) Il y a une exception qui confirme la règle : en cas de fusion totale, il peut y avoir superposition de deux couleurs génériques issues de réseaux génériques différents, voir le premier exemple après le tableau.

Règles concernant deux RG liés par une CMS (couleurs mixtes exclusivement)

- 1 Si les deux couleurs superposées sont celles du CG, la couleur virtuelle est invalidée.
- 2 Si une seule couleur est issue du CG et si elle est générique, il y a passage en CMD.
- 3 Si aucune ne provient du CG, la couleur générique est validée, et donc le candidat.

Règle concernant deux RG indépendants

La superposition mixte donne une CMS dont le CG est constitué de la couleur virtuelle et de l'autre couleur du couple auquel appartient la couleur générique.

Important :

Les couleurs superposées apparaissent rarement d'elles-mêmes, et pourtant elles sont fréquentes. Il faut donc les chercher, et ce n'est pas si difficile qu'il y paraît. Pour s'en persuader, voir les exemples fournis après le tableau synthétique.

Nombre de superpositions, ainsi que le démontre le tableau, ne sont pas exploitables, ce qui ne réduit pas pour autant les opportunités intéressantes.

Tableau synthétique recouvrant l'ensemble des cas de superposition

Le tableau ci-dessous ne contient pas de colonne dédiée aux superpositions de candidats génériques parce que ces cas de figure ne sont pas possibles, quelles que soient les configurations rencontrées (voir plus haut les règles communes aux trois groupes et l'exception qui confirme la règle).

Lorsque les configurations passent en CMS ou en CMD, ainsi que l'indiquent le tableau et les règles ci-dessus, il n'est pas fait mention des fusions. Elles existent, mais il convient avant de déterminer sa nature (totale ou partielle), de rechercher les liens forts adéquats.

| Superposition des couleurs → | | |
|---|--|--------------------------------------|
| Configurations ↓ | Mixtes (1) | Virtuelles |
| RG unique | Superposition impossible | Candidat validé |
| RG indépendants | Superposition impossible si même RG | Candidat validé seulement si même RG |
| | Passe en CMS. CG formé de la couleur virtuelle et de l'autre couleur du couple auquel appartient la couleur générique. | |
| CMS : Les deux couleurs du CG sont superposées | Invalidation de la couleur virtuelle. | Aucune action |
| CMS : Une seule couleur du CG figure dans la superposition | Impossible si même RG | Candidat validé seulement si même RG |
| | Passe en CMD si couleur générique appartient au CG. Rechercher les fusions. | |
| CMS : Aucune couleur du CG ne figure dans la superposition | validation de la couleur générique et donc du candidat | Aucune action |

- (1) Par couleur mixte il faut entendre deux couleurs de statut différent, donc une couleur générique superposée à une couleur virtuelle.

Nota

Les statuts des couleurs sont conservés lors des fusions. Les fusions incomplètes (ou partielles) sont limitées à une petite partie du réseau et les RG sont conservés. Les fusions totales fondent les réseaux, de sorte qu'il ne reste qu'un réseau générique et ses éventuels réseaux virtuels.

Exemple 1

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 9 | 8 | 4 | | | 5 | | 2 |
| | 3 | 2 | | | | 5 | 1 | 4 |
| | 3 | 4 | | 1 | | | | 6 |
| 8 | 5 | | | | | 2 | | |
| 7 | | 1 | | | | 4 | | 5 |
| 9 | 3 | | | | | | | 7 |
| 4 | 1 | | 9 | | | 2 | 6 | 8 |
| | 8 | 9 | 2 | | | | | |
| 2 | 7 | | | | 1 | 9 | 5 | |

L'élimination du 6 de L6C4 crée un lien fort entre le 1 marron générique et le 5 bleu générique. Le 6 rouge virtuel en L4C4 ajoute une nouvelle CMS (de type RV), et il y a donc passage en CMD). On peut considérer à juste titre que le 1 marron générique est également rouge générique, autrement dit que nous sommes en présence d'une superposition de deux couleurs génériques. C'est le seul cas de superposition qu'on peut rencontrer, et il est dû à la fusion totale.

Exemple 2

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2 | | | | 8 | | 9 | | |
| | | 1 | | 5 | | 2 | 3 | |
| 9 | | | 4 | 2 | | 7 | | |
| 4 | 5 | 9 | 8 | 1 | | 3 | 2 | |
| 3 | | | 5 | 9 | 2 | | 4 | |
| | | | 3 | 4 | 9 | 8 | 5 | |
| | 9 | 3 | 1 | 4 | 8 | 7 | | 2 |
| | 7 | | | 6 | | 4 | | 3 |
| | | 4 | | 7 | | 8 | | 9 |

Un second réseau générique vert/marron est installé en CMS de type BM (CG formé des 6 de L24C6). En L2C1, le 7 bleu virtuel est aussi vert générique. Il s'agit donc d'un cas de superposition mixte. Une des deux couleurs est celle du couple générateur (le bleu), mais elle est virtuelle. Le tableau indique que la couleur superposée n'étant pas générique, aucune conclusion ne peut en être tirée. Ici, on s'en sort en remarquant la présence d'un lien fort entre ce 7 vert générique et le 7 de L2C4, qui devient donc marron générique. Or cette case contient déjà un 9 marron générique. Le vert est validé.

Exemple3

| | | | | | | | | | |
|------------------|------------------|------------------|-------------|------------------|-----------------------|------------------|-------------|------------------|------------------|
| 4 5 8 | 6 | 9 | 2 | 7 | 1 4 | 3 8 | 5 8 | 3 8 | 1 4 |
| 3 | 4 8 | 1 | 9 | 4 8 | 6 8 | 5 | 7 | 6 8 | 2 6 |
| 2 4 5 8 | 7 | 4 5 8 | 2 3 | 3 | 1 4 6 8 | 1 4 6 8 | 6 | 6 | 1 6 4 6 |
| 1 8 | 2 | 3 8 | 1 8 | 6 8 | 6 9 | 7 | 4 | 3 6 8 9 | 5 |
| 9 | 1 4 5 8 | 3 4 5 8 | 3 1 8 | 1 5 6 8 | 2 4 5 6 8 | 1 3 6 | 2 3 6 | 3 8 | 7 |
| 7 | 4 5 8 | 3 6 | 5 8 | 2 4 5 9 | 4 | 3 | 3 | 1 | 2 8 |
| 1 2 5 8 | 1 5 8 | 3 5 7 | 2 3 5 | 1 7 | 1 5 6 | 5 6 | 9 | 4 | 6 8 |
| 5 6 8 | 9 | 5 7 8 | 4 | 5 6 | 2 | 1 | 6 7 8 | 3 | |
| 1 4 | 1 6 4 | 4 7 | 1 7 | 6 | 3 | 8 | 5 | 2 | 9 |

Ce cas est très intéressant (grille de niveau 15). Si l'on observe attentivement la colonne 7, on s'aperçoit que le 8 marron virtuel ne peut se situer qu'en L7C7. Mais ce 8 est déjà rouge générique. Voici donc un cas de superposition mixte avec une seule couleur du couple générateur, puisque nous sommes en CMS de type RV (CG en L2C7), et cette couleur est générique. Le tableau indique que nous passons en CMD et que, donc, il y a fusion totale. Les verts deviennent bleus et les marron, rouges. Les statuts sont conservés. Sans le tableau, il suffit de dire que si le marron est bon, le rouge est validé, ce qui revient à une CMS de type BM, d'où la CMD annoncée. Autre façon de le voir : Le 9 de L6C7 donne un 6 marron en L3C7, ce qui élimine le 6 de L2C7 et crée un lien fort entre le rouge et le vert de cette case.

| | | | | | | | | | |
|------------------|------------------|------------------|-------------|------------------|-----------------------|------------------|-------------|------------------|------------------|
| 4 5 8 | 6 | 9 | 2 | 7 | 1 4 | 3 8 | 5 8 | 3 8 | 1 4 |
| 3 | 4 8 | 1 | 9 | 4 8 | 6 8 | 5 | 7 | 6 8 | 2 6 |
| 2 4 5 8 | 7 | 4 5 8 | 2 3 | 3 | 1 4 6 8 | 1 4 6 8 | 6 | 6 | 1 6 4 6 |
| 1 8 | 2 | 3 8 | 1 8 | 6 8 | 6 9 | 7 | 4 | 3 6 8 9 | 5 |
| 9 | 1 4 5 8 | 3 4 5 8 | 3 1 8 | 1 5 6 8 | 2 4 5 6 8 | 1 3 6 | 2 3 6 | 3 8 | 7 |
| 7 | 4 5 8 | 3 6 | 5 8 | 2 4 5 9 | 4 | 3 | 3 | 1 | 2 8 |
| 1 2 5 8 | 1 5 8 | 3 5 7 | 2 3 5 | 1 7 | 1 5 6 | 5 6 | 9 | 4 | 6 8 |
| 5 6 8 | 9 | 5 7 8 | 4 | 5 6 | 2 | 1 | 6 7 8 | 3 | |
| 1 4 | 1 6 4 | 4 7 | 1 7 | 6 | 3 | 8 | 5 | 2 | 9 |

Voici ce que devient la grille après la fusion. Elle se résout sans problème. Cela valait la peine de remarquer la superposition.

VIII Quand faut-il utiliser le coloriage multiple virtuel ?

Ainsi que c'est indiqué en introduction, le coloriage virtuel classique se passe du coloriage multiple virtuel jusqu'à des niveaux élevés. Cependant, il serait contre-productif d'en limiter l'usage aux seules grilles de haut niveau, comme s'il s'agissait de l'arme absolue qu'il ne prétend pas être. Le coloriage multiple virtuel rend service à tous les niveaux, y compris à partir du niveau 8. Dès qu'on maîtrise cette technique, l'intérêt de son emploi est... *multiple*. Elle évite de trop développer les réseaux bleus/rouges en éliminant au passage quelques candidats, voire en plaçant une ou plusieurs valeurs, mais aussi, plus souvent qu'on l'imagine, en déterminant une bonne couleur (ou deux selon les contextes). C'est aussi le moyen, lorsqu'on dispose d'un réseau générique important, de ne pas installer les réseaux virtuels. On l'a vu, le coloriage multiple virtuel est à l'origine de nombreuses extensions de réseaux. De plus, il permet de chercher une autre voie lorsque les réseaux bleus/rouges semblent bloqués, ou de débloquer un des deux réseaux virtuels. Enfin, l'installation d'un réseau générique indépendant s'avère utile à plusieurs occasions, notamment pour s'assurer que le réseau générique bleu/rouge est pertinent. De plus, le développement d'un réseau indépendant débouche fréquemment sur une configuration multiple simple ou double, avec tous les avantages y afférents.

N'en doutons pas, la pratique régulière du coloriage multiple virtuel lors de la résolution de grilles de niveau 8 à 15 constitue la meilleure garantie pour maîtriser cet outil et aborder des problèmes plus ardu.

Avec les grilles très difficiles, le moment le plus approprié - rarement au début de l'exploitation d'une grille - pour se servir du coloriage multiple virtuel n'est pas évident à déterminer, mais c'est encore sa parfaite maîtrise qui nous fera sentir l'instant ad hoc pour se lancer dans l'aventure. Au fond, est-ce si important dès lors qu'il suffit d'effectuer de temps en temps un test afin de s'assurer qu'on peut ou ne peut pas loger un second réseau générique ? Et puis, si les grilles de haut niveau étaient si faciles que cela à résoudre, où serait leur intérêt ?